

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 08 DEC 2003

WIPO

PCT

BEST AVAILABLE COPY

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Aktenzeichen:

102 47 034.0

Anmeldetag:

09. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber:

Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung digitaler Roh-
datenwerte und Vorrichtung zu dessen Durchführung

IPC:

H 04 B, H 03 F, H 03 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Beschreibung

Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung digitaler Rohdatenwerte und Vorrichtung zu dessen Durchführung

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung digitaler Rohdatenwerte für eine einen Leistungsverstärker aufweisende Sendeendstufe eines Kommunikationsgerätes nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff von Anspruch 8.

10

Aus dem Fachartikel „Amplifier Linearisation Using Adaptive Digital Predistortion“ von S. P. Stapleton, erschienen in „Applied Micro Wave & Wireless“, Februar 2001, Seiten 72 bis 77, geht ein Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung mit den folgenden Schritten hervor:

15

- 20 a) Vorverzerren der Rohdatenwerte durch Multiplizieren der Rohdatenwerte mit Vorverzerrungswerten aus einer Verweistabelle zum Ausgleichen amplitudenabhängiger und phasenabhängiger Verzerrungen des Leistungsverstärkers, wobei die Verweistabelle eine Zuordnung zwischen Amplituden der Rohdatenwerte und Vorverzerrungswerten enthält,
- b) Rückführen von Ausgangssignalwerten des Leistungsverstärkers zu einer Adaptionseinheit,
- c) Führen der Rohdatenwerte zu der Adaptionseinheit,
- 30 d) Vergleichen zeitlich einander entsprechender Rohdatenwerte und Ausgangssignalwerte in der Adaptionseinheit zur Beurteilung der Verzerrungen des Leistungsverstärkers,
- e) Anpassen der Verweistabelle aufgrund von Ergebnissen des
- 35 Schrittes d).

Dieses Verfahren wird kontinuierlich durchgeführt und hat den folgenden Zweck:

Der Bedarf an höheren Übertragungsraten und höherer
5 spektraler Effizienz in der modernen

Mobiltelekommunikationstechnik hat dazu geführt, dass
„höherstufige“ Modulationsarten wie QAM oder QPSK mehr an
Bedeutung gewinnen, während Modulationsverfahren mit
konstanter Hüllkurve wie FSK oder GMSK weniger interessant
10 wurden. Bei den erstgenannten Modulationsverfahren enthalten
sowohl eine Amplitude als auch eine Phase eines Sendesignals
Informationen. Daher ist es notwendig, dass sowohl die
Amplitude als auch die Phase bei einer Verstärkung durch den
Leistungsverstärker möglichst unverzerrt bleiben.

15 Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sämtliche realen
Leistungsverstärker, abweichend von dem Idealfall einer
Geraden als Kennlinie, eine nichtlineare
Übertragungskennlinie aufweisen.

20 Eine Charakterisierung solcher nichtlinear arbeitender
Leistungsverstärker kann mit Hilfe sog. AM-AM-Konversion, d.
h. der von einer Amplitude der Rohdatenwerte abhängigen
Amplitude der Ausgangssignalwerte des Leistungsverstärkers,
und der AM-PM-Konversion, d. h. der von der Amplitude der
Rohdatenwerte abhängigen Phaseverschiebung im
Leistungsverstärker, erfolgen.

Die Nichtlinearität der Übertragungskennlinie realer
30 Leistungsverstärker führt zu Verzerrungen. Dabei werden
Oberwellen einer Grundfrequenz erzeugt, die neben der
Grundfrequenz am Ausgang des Leistungsverstärkers vorliegen.
In dem Fall, wenn am Eingang des Leistungsverstärkers
mindestens zwei Grundfrequenzen vorhanden sind, so werden die
35 Oberwellen zu diesen Grundfrequenzen erzeugt, wobei auch eine
Mischung der Oberwellen stattfindet. Durch geeignete
Filterungsmaßnahmen lassen sich erzeugte Oberwellen

unterdrücken. Dies gilt jedoch nicht für grundfrequenznahe Intermodulationsprodukte aufgrund der oben beschriebenen Frequenzmischung der Oberwellen. Insofern ist das Nutzsignal bzw. das Ausgangssignal des Leistungsverstärkers durch die Intermodulationsprodukte gestört. Diese Störung ließe sich durch einen geeignet hoch gewählten Back-Off unterdrücken, wodurch eine Nichtlinearität der Übertragungskennlinie des Leistungsverstärkers vermindert und ein linearisierter Betrieb eingestellt wird. Dadurch wird jedoch die Wirtschaftlichkeit des Leistungsverstärkers aufgrund des erhöhten Energieverbrauchs verschlechtert.

Mit Hilfe von zusätzlichen, konstruktiven Maßnahmen, d. h. Ergänzung elektronischer Komponenten, lässt sich ebenfalls Abhilfe hinsichtlich der Intermodulationsprodukte schaffen, die durch Filterungsmaßnahmen nicht zu unterdrücken sind. Dazu gehört ein konstruktiver Aufbau zur adaptiven, digitalen Vorverzerrung, durch den kanalnahe Störungen über ein größeres Frequenzspektrum verteilt und damit ihre Amplituden vermindert werden.

In diesem Zusammenhang ist es bekannt, anhand von Vermessungen des Leistungsverstärkers eine Verweistabelle für eine Vorverzerrung zu berechnen. Eine Anpassung an geänderte Umgebungsbedingungen, wie beispielsweise eine ansteigende Betriebstemperatur oder eine geänderte Versorgungsspannung des Leistungsverstärkers, ist bei einer solchen statischen Vorverzerrung jedoch nicht möglich.

Demgegenüber wird in dem oben erwähnten Fachartikel ein Vorverzerrungsverfahren beschrieben, bei dem in Echtzeit eine ständige Adaption der Verweistabelle für die Vorverzerrung erfolgt. Dies geschieht aufgrund eines Vergleichs von Amplituden und Phasen von Rohdatenwerten mit denjenigen von Ausgangssignalwerten des Leistungsverstärkes. Ausgehend hiervon werden die Vorverzerrungswerte so eingestellt, dass

für einen jeweiligen Arbeitspunkt des Leistungsverstärkers die Verzerrungen ausgeglichen werden.

Die Durchführung einer ständigen Adaption der Verweistabelle
5 in Echtzeit hat jedoch den Nachteil, dass ein sehr hoher Rechenaufwand erforderlich ist.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde,
ein Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung für einen
10 Leistungsverstärker zu schaffen, bei dem ein verminderte Rechenleistung erforderlich ist, und auch eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens gelöst durch
15 ein Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung digitaler Rohdatenwerte für eine einen Leistungsverstärker aufweisende Sendeendstufe eines Kommunikationsgerätes, wie eines mobilen Kommunikationsendgerätes oder einer Basisstation eines Mobilfunknetzwerkes, mit den Schritten:

- 20 a) Vorverzerren der Rohdatenwerte durch Multiplizieren der Rohdatenwerte mit Vorverzerrungswerten aus einer Verweistabelle zum Ausgleichen amplitudenabhängiger Verzerrungen des Leistungsverstärkers, wobei die Verweistabelle eine Zuordnung zwischen Amplituden der Rohdatenwerte und Vorverzerrungswerten enthält,
- b) Rückführen von Ausgangssignalwerten des Leistungsverstärkers zu einer Adaptionseinheit,
- c) Führen der Rohdatenwerte zu der Adaptionseinheit,
- d) Vergleichen zeitlich einander entsprechender
30 Rohdatenwerte und Ausgangssignalwerte in der Adaptionseinheit zur Beurteilung der Verzerrungen des Leistungsverstärkers,
- e) Anpassen der Verweistabelle aufgrund von Ergebnissen des Schrittes d), wobei die Adaptionseinheit diskontinuierlich arbeitet und die Vorverzerrungswerte der Verweistabelle
35 wenigstens für nicht auftretende Rohdatenwerte inter-/extrapoliert werden.

Der entscheidende Vorteil dieses Verfahrens ist es, gegenüber dem Stand der Technik erheblich an für die Vorverzerrung erforderlicher Rechenleistung einzusparen. Dies wird dadurch erreicht, dass keine kontinuierliche Adaption der

- 5 Verweistabelle vorgenommen wird, auf die zur geeigneten Vorverzerrung der Rohdatenwerte zurückgriffen wird. Vielmehr arbeitet die Adaptionseinheit diskontinuierlich, so dass gezielt darauf verzichtet wird, eine vollständige Sammlung einander zugehöriger Paare von Rohdatenwerten und
- 10 Ausgangssignalwerten des Leistungsverstärkers zur Adaption heranzuziehen. Wenigstens diejenigen Vorverzerrungswerte, für die aufgrund des diskontinuierlichen Betriebs der Adaptionseinheit passende Paare von Rohdatenwerten und Ausgangssignalwerten nicht auftreten, werden in der
- 15 Verweistabelle automatisch ergänzt. Dazu werden die zugehörigen Vorverzerrungswerte interpoliert bzw. extrapoliert, je nach Lage des fehlenden Rohdatenwert-/Ausgangssignalwert-Paares innerhalb des Amplitudenspektrums, das benutzt wird.

20

Bevorzugt wird die Adaption aufgrund von Ergebnissen, des Schrittes d) innerhalb von Zeitfenstern vorgenommen. Innerhalb solcher Zeitfenster werden sowohl Rohdatenwerte als auch Ausgangssignalwerte gesammelt und danach in Schritt d) miteinander verglichen, um eine Aussage über die Verzerrungen des Leistungsverstärkers hinsichtlich Amplitude und/oder Phase der Rohdatenwerte treffen zu können.

- Dabei kann ein Abstand zwischen aufeinander folgenden
- 30 Zeitfenstern abhängig von äußeren Parametern, welche die Verzerrung des Leistungsverstärkers beeinflussen, und einer gewünschten Nachbarkanalstörunterdrückung festgelegt werden. Beispielsweise eine Betriebstemperatur des Leistungsverstärkers und seine Versorgungsspannung haben
- 35 Einfluss auf das Verzerrungsverhalten des Leistungsverstärkers, d. h. seine nichtlinearen Übertragungseigenschaften. Inwieweit eine Linearisierung des

Leistungsverstärkers gewünscht wird, hängt davon ab, welche Unterdrückung insbesondere der Intermodulationsprodukte am Ausgang des Leistungsverstärkers z. B. durch einen Mobilfunkstandard vorgeschrieben ist.

5

Für die Amplituden der Ausgangssignalwerte als Funktion der Amplituden der Rohdatenwerte kann für jedes Zeitfenster ein Polynom errechnet werden, wobei aufgrund der Funktionswerte des Polynoms die Vorverzerrungswerte der Verweistabelle

10 bestimmt werden. Im Einzelnen werden dabei Koeffizienten eines grundsätzlich zur Beschreibung des Verlaufs der Ausgangssignalwerte als Funktion der Rohdatenwerte geeigneten Polynoms mit Hilfe der Adaptionseinheit berechnet. Der Einfachheit halber kann eine Normierung der

15 Ausgangssignalwerte auf eine Gesamtverstärkung des Leistungsverstärkers vorgenommen werden, die sich aus dem Maximalwert der Ausgangssignalwerte und dem Maximalwert der Rohdatenwerte berechnet.

20 Die Verwendung des Polynoms hat den Vorteil einer Glättung des Verlaufs der Vorverzerrungswerte. Das Polynom kann auch zur Extrapolation/Interpolation in dem betreffenden Zeitfenster fehlender Rohdatenwert-/Ausgangssignalwert-Paare herangezogen werden.

Es ist hervorzuheben, dass bei dem Verfahren sowohl mit reellen als auch mit komplexen Vorverzerrungswerten gearbeitet werden kann. Dies hängt davon ab, ob auch eine Phasenverzerrung des Leistungsverstärkers signifikant ist. Ob

30 eine solche Signifikanz vorliegt, lässt sich ohne weiteres anhand des Schrittes d) feststellen. Wenn beispielsweise der Vergleich dazu führt, dass die Phasen der Rohdatenwerte und der Ausgangssignalwerte nur geringfügige Unterschiede zeigen, kann auf eine Phasenkorrektur durch entsprechende

35 Vorverzerrung verzichtet werden und es wird ausschließlich mit reellen Vorverzerrungswerten gearbeitet. Diese reellen

Vorverzerrungswerte dienen zum Ausgleich der Amplitudenverzerrung des Leistungsverstärkers.

- Die oben genannte Aufgabe wird hinsichtlich der Vorrichtung
- 5 gelöst durch eine Vorrichtung zur Linearisierung eines Sendeverstärkers eines Kommunikationsgerätes, wie eines mobilen Kommunikationsendgerätes oder einer Basisstation eines Mobilfunknetzwerkes, mit:
- 10 einem Multiplizierer zum Multiplizieren digitaler Rohdatenwerte mit Vorverzerrungswerten zum Ausgleichen amplitudenabhängiger Verzerrungen des Leistungsverstärkers, wobei die Verweistabelle eine Zuordnung zwischen Amplituden der Rohdatenwerte und Vorverzerrungswerten enthält, und
- 15 einer Adaptionseinheit, der Ausgangssignalwerte des Leistungsverstärkers und die Rohdatenwerte zeitlich synchronisiert zugeleitet werden und die zu einer Adaption der Verweistabelle ausgebildet ist, wobei die Adaptionseinheit einen Zeitgeber aufweist, der ein Zeitfenster definiert, das für die Adaption der
- 20 Verweistabelle genutzt wird.

Der vorgesehene Zeitgeber hat die Aufgabe, das Zeitfenster festzulegen, innerhalb dessen die Rohdatenwerte und Ausgangssignalwerte zur Adaption der Vorverzerrungswerte gesammelt werden, die dann in der Adaptionseinheit weiterverarbeitet werden können.

- Nachfolgend wird die Erfindung beispielshalber anhand der Zeichnung noch näher beschrieben, wobei die einzige Zeichnung
- 30 ein schematisches Blockdiagramm einer Sendeendstufe eines mobilen Kommunikationsendgerätes zeigt.

- Wie aus der Zeichnung hervorgeht, gelangen Rohdatenwerte V_m , die mittels einer Sendeendstufe eines mobilen
- 35 Kommunikationsendgerätes auszusendende Informationen beinhalten, zu einer Vorverzerrungseinheit 1, die eine Verweistabelle 2 einschließt, in der eine Anzahl N

Zuordnungen zwischen Amplitudenintervallen der Rohdatenwerte und zugehörigen Vorverzerrungswerten abgelegt sind. Die jeweils zu wählenden Vorverzerrungswerte ergeben sich somit aus einer Amplitude der Rohdatenwerte V_m .

5

In einem komplexen Multiplizierer 3 werden die jeweils zu verwendenden Vorverzerrungswerte aus der Verweistabelle 2 mit den gerade an dem komplexen Multiplizierer 3 eintreffenden Rohdatenwerten multipliziert. Die Auswahl der jeweils geeigneten Vorverzerrungswerte geschieht mit Hilfe einer Amplitudenberechnungseinheit 4, an deren Eingang die Rohdatenwerte anliegen und an deren Ausgang die Betragsquadratwerte der Rohdatenwerte vorliegen, welche der Verweistabelle 2 zugeleitet werden.

10

15

Ein Ausgangssignal des komplexen Multiplizierers 3 der Vorverzerrungseinheit 1 gelangt zu einem D/A-Wandler 11 zur Erzeugung eines analogen Signals V_d , das am Eingang eines Quadraturmodulators 5 anliegt, der das Analogsignal V_d auf einen geeigneten Träger aufmoduliert. Ein Ausgangssignal des Quadraturmodulators 5 gelangt zu einem Leistungsverstärker 6, der eine gewünschte Verstärkung bereitstellt und ein Ausgangssignal V_a liefert, das über eine Antenne (nicht dargestellt) ausgestrahlt wird.

20

30

Der Leistungsverstärker 6 ist aus Wirtschaftlichkeitsgründen so gewählt, dass die Amplituden des Ausgangssignals des Quadraturmodulators 5 wenigstens teilweise in einem nichtlinearen Arbeitsbereich des Leistungsverstärkers 6 liegen, d. h. eine Kennlinie des Leistungsverstärkers 6 ist für wenigstens einen Teil der einkommenden Amplituden des Ausgangssignals des Quadraturmodulators 5 nichtlinear.

35

Aufgrund der Nichtlinearität der Kennlinie des Leistungsverstärkers 6 ergeben sich sowohl Amplituden- als auch Phasenfehler für das Ausgangssignal des Quadraturmodulators 5. Zusätzlich kommt es aufgrund der

Bildung von Oberwellen und Frequenzmischungen im Leistungsverstärker 6 zu Nachbarkanalstörungen, wenn die Sendeendstufe bestimmungsgemäß in dem mobilen Kommunikationsendgerät oder auch in einer Basisstation eines Mobilfunknetzes eingesetzt wird.

Die sich aufgrund der Nichtlinearität der Kennlinie des Leistungsverstärkers 6 ergebenden Amplituden- und Phasenverzerrungen können mit Hilfe des komplexen Multiplizierers 3 unter Verwendung der Vorverzerrungswerte in der Verweistabelle 2 ausgeglichen werden. Dabei dient ein Realteil der Vorverzerrungswerte zum Ausgleich eines Amplitudenfehlers und ein Imaginärteil der Vorverzerrungswerte zum Ausgleich von eines Phasenfehlers des Leistungsverstärkers 6. Abhängig davon, inwieweit eine Phaseverzerrung bei dem eingesetzten Leistungsverstärker 6 signifikant zu Tage tritt, kann bei einer vereinfachten Ausführungsform der Erfindung auch mit reellen Vorverzerrungswerten und einem einfachen Multiplizierer gearbeitet werden, so dass lediglich ein Ausgleich hinsichtlich eines Amplitudenfehlers des Leistungsverstärkers 6 vorgenommen wird.

Die Einträge in der Verweistabelle 2 werden adaptiv aktualisiert. Dazu wird wie folgt vorgegangen:

Das Ausgangssignal V_a des Leistungsverstärkers 6 wird abgegriffen und einem Quadraturdemodulator 7 der Sendeendstufe zugeführt, der ebenso wie der Quadraturmodulator 5 mit einem Trägerfrequenzen liefernden Lokaloszillator 12 in üblicher Weise in Verbindung steht.

Im Zuge einer weiteren Rückführung des Ausgangssignals V_a im Basisband gelangt dieses zu einem A-/D-Wandler, an dessen Ausgang ein digitales Signal V_r vorliegt, das Ausgangssignalwerte des Leistungsverstärkers 6 enthält. Das Signal V_r wird einem ersten Eingang einer Adaptionseinheit 9

zugeleitet, die einen zweiten Eingang aufweist, an dem das digitale Rohdatensignal V_m anliegt, das die Rohdatenwerte enthält. Dabei passiert das digitale Rohdatensignal V_m eine Verzögerungseinheit 10, deren Aufgabe es ist, das

- 5 Rohdatensignal V_m derart zu verzögern, dass an den beiden Eingängen der Adaptionseinheit 9 sich zeitlich einander entsprechende Rohdatenwerte und Ausgangssignalwerte anliegen.

- Die Adaptionseinheit 9 hat die Aufgabe, etwaige Änderungen im
10 Betriebsverhalten des Leistungsverstärkers 6, welche die Amplituden- und Phasenverzerrungen beeinflussen, in eine Änderung der Vorverzerrungswerte in der Verweistabelle 2 umzusetzen. Zur Einsparung von Rechenleistung arbeitet die Adaptionseinheit 9 mit Hilfe von Rohdatenwerten und
15 Ausgangsdatenwerten, die innerhalb eines Zeitfensters gesammelt werden. Da im Gegensatz zum Stand der Technik keine kontinuierliche Adaption vorgenommen wird, wird das gewählte Zeitfenster regelmäßig hinsichtlich der N
Amplitudenintervalle für die Rohdatenwerte Lücken aufweisen,
20 die mittels Berechnung durch einen geeigneten Algorithmus zu schließen sind.

- Bevor eine Adaption durch die Adaptionseinheit 9 vorgenommen werden kann, ist zunächst ein geeigneter Wert für eine Verzögerungszeit V_d der Verzögerungseinheit 10 zu berechnen. Dazu wird mit dem innerhalb des betrachteten Zeitfensters zurückgeführten digitalen Ausgangssignals V_r über eine Korrelation mit dem digitalen Rohdatenwertsignal V_m die Verzögerungszeit τ_D abgeschätzt, wobei sich eine
30 erforderliche Genauigkeit für die Verzögerungszeit τ_D durch entsprechende Interpolation erreichen lässt. Damit sind die Voraussetzungen für eine Adaption der Vorverzerrungswerte in der Verweistabelle grundsätzlich geschaffen.
- 35 In dem betrachteten Zeitfenster werden dann mittels der Adaptionseinheit 9 sowohl Rohdatenwerte als auch Ausgangssignalwerte gesammelt, wobei der Wertebereich für die

Amplituden der Rohdatenwerte in die N Intervalle aufgeteilt ist. Danach werden die Betragsquadratwerte der Rohdatenwerte und der Ausgangssignalwerte des Leistungsverstärkers 6 berechnet.

5

Für die Amplituden der Rohdatenwerte und der Ausgangssignalwerte, die in ein gemeinsames Rohdaten-Amplitudenintervall n fallen, wird jeweils ein Mittelwert gebildet, so dass sich N Mittelwertpaare ergeben. Dann werden

10

Koeffizienten eines Polynoms berechnet, das die Amplituden der Ausgangssignalwerte als Funktion der Amplituden

Rohdatenwerte beschreibt. Dies führt zu einer Glättung der Kurve, die die Abhängigkeit zwischen diesen Größen

15

beschreibt. Das Polynom wird dann zur Inter-/Extrapolation fehlender Amplitudenpaare (Rohdatenwert/Ausgangssignalwert) zur Füllung sämtlicher N Amplitudenintervalle mit Wertepaaren herangezogen.

Anschließend findet eine Normierung der

20

Ausgangssignalamplituden insofern statt, dass aus dem höchsten Amplitudenintervall N der Rohdatenamplitudenmittelwert und der Ausgangssignalamplitudenmittelwert zur Berechnung einer Gesamtverstärkung des Leistungsverstärkers 6 herangezogen werden.

Nach einem Kleinstes-Mittleres-Fehlerquadrat-Verfahren werden dann die Vorverzerrungswerte in der Verweistabelle 2

30

aktualisiert, wobei aufgrund eines Vergleichs der Real- und Imaginärteile der Rohdaten- und Ausgangssignalwerte in einem Amplitudenintervall n derjenige Vorverzerrungswert berechnet wird, der als Multiplikationsfaktor für den Rohdatenwert aus dem betreffenden Amplitudenintervall n eine Amplituden- und Phasenverzerrung des Leistungsverstärkers 6 bestmöglich

35

ausgleicht. Dabei werden sowohl etwaige Amplitudenabweichungen im Hinblick auf eine gewünschte Gesamtverstärkung und als auch etwaige Phasen-Abweichungen

zwischen Rohdatenwert und Ausgangssignalwert aufgrund von Verzerrungen im Leistungsverstärker 6 erfasst und zur Aktualisierung der Vorverzerrungswerte herangezogen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung digitaler Rohdatenwerte für einen Leistungsverstärker (6)

- 5 aufweisende Sendeendstufe eines Kommunikationsgerätes, wie eines mobilen Kommunikationsendgerätes oder einer Basisstation eines Mobilfunknetzwerkes, mit den Schritten:
- a) Vorverzerren der Rohdatenwerte (V_m) durch Multiplizieren der Rohdatenwerte mit Vorverzerrungswerten aus einer
- 10 Verweistabelle (2) zum Ausgleichen amplitudenabhängiger und phasenabhängiger Verzerrungen des Leistungsverstärkers (6), wobei die Verweistabelle (2) eine Zuordnung zwischen Amplituden der Rohdatenwerte und Vorverzerrungswerten enthält,
- 15 b) Rückführen von Ausgangssignalwerten (V_r) des Leistungsverstärkers (6) zu einer Adaptionseinheit (9),
- c) Führen der Rohdatenwerte (V_m) zu der Adaptionseinheit (9),
- d) Vergleichen zeitlich einander entsprechender
- 20 Rohdatenwerte und Ausgangssignalwerte in der Adaptionseinheit zur Beurteilung der Verzerrungen des Leistungsverstärkers (6),
- e) Anpassen der Verweistabelle (2) aufgrund von Ergebnissen des Schrittes d),
- dadurch gekennzeichnet, dass die Adaptionseinheit (9) diskontinuierlich arbeitet und die Vorverzerrungswerte der Verweistabelle (2) wenigstens für nicht auftretende Rohdatenwerte (V_m) inter-/extrapoliert werden.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Adaption aufgrund von Ergebnissen des Schrittes d) innerhalb von Zeitfenstern vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Abstand zwischen aufeinander folgenden Zeitfenstern
abhängig von äußeren Parametern, welche die Verzerrungen des
5 Leistungsverstärkers (6) beeinflussen, und einer gewünschten
Störunterdrückung festgelegt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 für die Amplituden der Ausgangssignalwerte (V_r) als Funktion
der Amplituden der Rohdatenwerte (V_m) für jedes Zeitfenster
ein Polynom berechnet wird und aufgrund der Funktionswerte
des Polynoms die Vorverzerrungswerte der Verweistabelle
bestimmt werden.

15

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Polynom aufgrund einer vorbestimmten Anzahl von
aneinander anschließenden Amplitudenintervallen der
20 Rohdatenwerte (V_m) berechnet wird, wobei jedem
Amplitudenintervall ein Mittelwert für die in dieses
Intervall fallenden Rohdatenwerte (V_m) und ein Mittelwert der
zugehörigen Ausgangssignalwerte (V_r) zugeordnet sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
mit reellen Vorverzerrungswerten gearbeitet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
mit komplexen Vorverzerrungswerten gearbeitet wird.

8. Vorrichtung zur Linearisierung eines Sendeverstärkers eines Kommunikationsgerätes, wie eines mobilen Kommunikationsendgerätes oder einer Basisstation eines Mobilfunknetzwerkes, mit:

- 5 einem Multiplizierer (3) zum Multiplizieren digitaler Rohdatenwerte (V_m) mit Vorverzerrungswerten zum Ausgleichen amplitudenabhängiger Verzerrungen des Leistungsverstärkers (6), wobei die Verweistabelle (2) eine Zuordnung zwischen Amplituden der Rohdatenwerte (V_m) und Vorverzerrungswerten
- 10 enthält, und einer Adaptionseinheit (9), der Ausgangssignalwerte des Leistungsverstärkers (6) und die Rohdatenwerte (V_m) zeitlich synchronisiert zugeleitet werden und die zu einer Adaption der Verweistabelle (2) ausgebildet ist,
- 15 dadurch gekennzeichnet, dass die Adaptionseinheit (9) einen Zeitgeber aufweist, der ein Zeitfenster definiert, das für die Adaption der Verweistabelle (2) genutzt wird.

Zusammenfassung

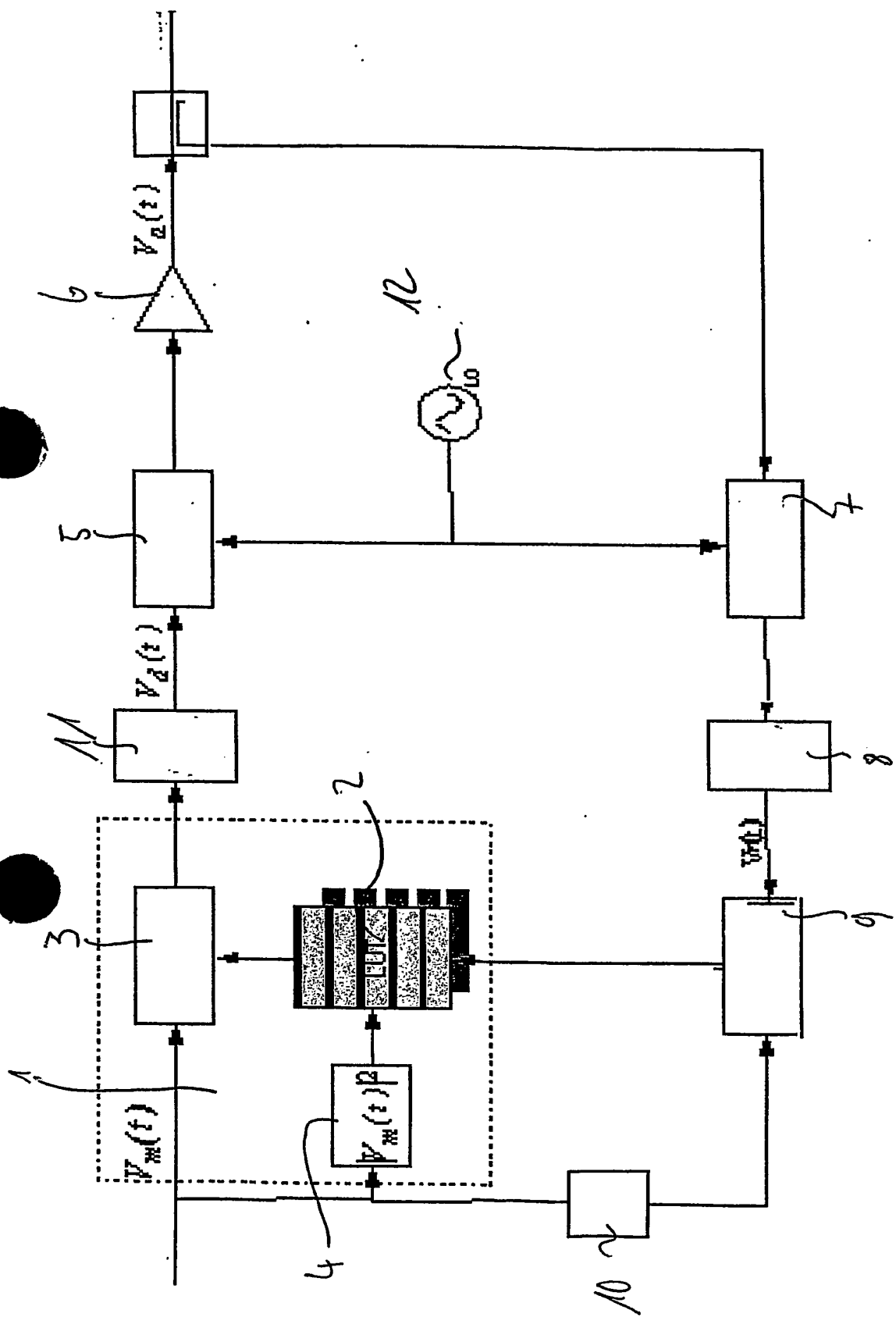
Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung digitaler Rohdatenwerte
und Vorrichtung zu dessen Durchführung

5

Bei einem Verfahren zur adaptiven Vorverzerrung digitaler Rohdatenwerte für einen Leistungsverstärker aufweisende Endstufe eines Kommunikationsgerätes, mit den Schritten

- 10 a) Vorverzerren der Rohdatenwerte (V_m) durch Multiplizieren der Rohdatenwerte mit Vorverzerrungswerten aus einer Verweistabelle (2) zum Ausgleichen amplitudenabhängiger und phasenabhängiger Verzerrungen des Leistungsverstärkers (6), wobei die Verweistabelle (2) eine Zuordnung zwischen
 - 15 Amplituden der Rohdatenwerte und Vorverzerrungswerten enthält,
 - b) Rückführen von Ausgangssignalwerten (V_r) des Leistungsverstärkers (6) zu einer Adaptionseinheit (9),
 - c) Führen der Rohdatenwerte (V_m) zu der Adaptionseinheit
 - 20 (9),
 - d) Vergleichen zeitlich einander entsprechender Rohdatenwerte und Ausgangssignalwerte in der Adaptionseinheit zur Beurteilung der Verzerrungen des Leistungsverstärkers (6),
 - e) Anpassen der Verweistabelle (2) aufgrund von Ergebnissen des Schrittes d),
- wird die Aufgabe, eine zur Adaption von Vorverzerrungswerten benötigte Rechenleistung einzusparen, dadurch gelöst, dass die Adaptionseinheit (9) diskontinuierlich arbeitet und die
- 30 Vorverzerrungswerte der Verweistabelle (2) wenigstens für nicht auftretende Rohdatenwerte (V_m) inter-/extrapoliert werden.

Beschrieben wird außerdem eine Vorrichtung zur Durchführung
35 des Verfahrens.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.